

Redes de Dados II

Trabalho Prático 1

2021/2022
Daniel Graça, n.º 20948
Guilherme Lourenço, n.º 23053
Grupo 9

Índice

| | |
|--|----|
| OBJETIVOS | 3 |
| CENÁRIO A – PROTOCOLO IPv4..... | 4 |
| TOPOLOGIA DA REDE | 4 |
| TABELA DE ENDEREÇAMENTO | 4 |
| TAREFA 1: MONTAGEM DA REDE | 5 |
| PASSO 1: LIGAÇÃO DOS CABOS ENTRE EQUIPAMENTOS | 5 |
| PASSO 2: ELIMINAÇÃO DAS CONFIGURAÇÕES..... | 5 |
| TAREFA 2: CONFIGURAÇÕES BÁSICAS | 6 |
| PASSO 1: ATRIBUIÇÃO DE NOMES | 6 |
| PASSO 2: DESABILITAÇÃO DA DNS LOOKUP | 6 |
| PASSO 3: CONFIGURAÇÃO DE <i>PASSWORD</i> PARA MODO PRIVILEGIADO..... | 6 |
| PASSO 4: CONFIGURAÇÃO DO MOTD BANNER | 7 |
| PASSO 5: CONFIGURAÇÃO DE <i>PASSWORD</i> PARA LIGAÇÕES DO TIPO <i>CONSOLE</i> | 7 |
| PASSO 6: CONFIGURAÇÃO DE <i>PASSWORD</i> PARA LIGAÇÕES DO TIPO <i>VTY</i> | 7 |
| TAREFA 3: CONFIGURAÇÃO DAS <i>INTERFACES</i> DOS ROUTERS..... | 8 |
| PASSO 1: CONFIGURAÇÃO DAS <i>INTERFACES</i> | 8 |
| PASSO 2: VERIFICAÇÃO DOS ENDEREÇOS DAS <i>INTERFACES</i> DOS ROUTERS E RESPECTIVO ESTADOS | 9 |
| PASSO 3: CONFIGURAR AS <i>INTERFACES</i> DO PC | 9 |
| PASSO 4: VERIFICAÇÃO DE CONECTIVIDADE ENTRE O PC E O RESPECTIVO DEFAULT GATEWAY..... | 9 |
| PASSO 5: VERIFICAÇÃO DE CONECTIVIDADE ENTRE O PC E AS <i>INTERFACES</i> DO ROUTER B | 10 |
| PASSO 6: SOLUÇÃO PARA RESOLVER OS PROBLEMAS DE CONECTIVIDADE NO PASSO 5 | 10 |
| CENÁRIO B – PROTOCOLO IPv6..... | 11 |
| TOPOLOGIA DA REDE | 11 |
| TABELA DE ENDEREÇAMENTO | 11 |
| TAREFA 1: MONTAGEM DA REDE | 12 |
| PASSO 1: LIGAÇÃO DOS CABOS ENTRE EQUIPAMENTOS | 12 |
| PASSO 2: ELIMINAÇÃO DOS ENDEREÇOS IPv4 DAS <i>INTERFACES</i> DOS ROUTERS.... | 12 |
| TAREFA 2: CONFIGURAÇÃO DAS <i>INTERFACES</i> DOS ROUTERS..... | 13 |
| PASSO 1: CONFIGURAÇÃO DAS <i>INTERFACES</i> DE ACORDO COM A TABELA DE ENDEREÇAMENTO | 13 |
| PASSO 2: VERIFICAR AS CONFIGURAÇÕES EXECUTADAS NO PASSO 1 | 13 |
| PASSO 3: CONFIGURAÇÃO DA <i>INTERFACE</i> GE 0/0 DO ROUTER A PARA ENVIAR MENSAGENS <i>ROUTER ADVERTISEMENT</i> | 14 |
| PASSO 4: VERIFICAÇÃO OS ESTADOS DAS <i>INTERFACES</i> DO PC | 15 |
| PASSO 5: VERIFICAÇÃO DA CONECTIVIDADE ENTRE O PC E O RESPECTIVO DEFAULT GATEWAY..... | 15 |
| PASSO 6: VERIFICAÇÃO DE CONECTIVIDADE ENTRE O PC E AS <i>INTERFACES</i> DO ROUTER B | 16 |

| | |
|--|----|
| PASSO 7: SOLUÇÃO PARA RESOLVER OS PROBLEMAS DE CONECTIVIDADE NO PASSO 6 | 16 |
| TAREFA 3: IPV6 NEIGHBOR DISCOVERY | 17 |
| PASSO 1: LISTAGEM DA CONFIGURAÇÃO DA <i>INTERFACE</i> DO ROUTER | 17 |
| PASSO 2: REMOÇÃO DO CONTEÚDO DA <i>NEIGHBOR CACHE</i> DO ROUTER | 17 |
| PASSO 3: INICIAR UMA CAPTURA COM O <i>WIRESHARK</i> | 18 |
| PASSO 4: VERIFICAR CONECTIVIDADE ENTRE ROUTER A E PC | 18 |
| PASSO 5: EXPLICAÇÃO DE COMO SE PROCESSA, NO IPV6, O PROCESSO SIMILAR AO <i>ARP</i> NO IPV4 | 19 |
| CENÁRIO C – PROTOCOLO IPV6 EM CENÁRIOS DE TRANSIÇÃO | 20 |
| TOPOLOGIA DA REDE | 20 |
| TABELA DE ENDEREÇAMENTO | 20 |
| TAREFA 1: MONTAGEM DA REDE | 21 |
| TAREFA 2: CONFIGURAÇÃO DAS <i>INTERFACES</i> DOS ROUTERS | 21 |
| PASSO 1: CONFIGURAÇÃO DAS <i>INTERFACES</i> DE ACORDO COM A TABELA DE ENDEREÇAMENTO | 21 |
| PASSO 2: VERIFICAÇÃO DAS CONFIGURAÇÕES FEITAS NO PASSO 1 | 22 |
| PASSO 3: CONFIGURAÇÃO DE UM TÚNEL MANUAL IPV6 SOBRE IPV4 DE FORMA A EXISTIR CONECTIVIDADE ENTRE AS DUAS REDES IPV6 | 22 |
| PASSO 4: VERIFICAÇÃO DE CONECTIVIDADE ENTRE DISPOSITIVOS DAS REDES IPV423 | 24 |
| CONCLUSÃO | 24 |

Objetivos

Os objetivos pretendidos neste trabalho prático são os seguintes:

- Ligar entre si os equipamentos activos de acordo com os esquemas fornecidos.
- Configurar o equipamento activo.
- Configurar rotas estáticas.
- Conhecer o comportamento do *neighbor discovery* do IPv6.
- Configurar túneis IPv6 sobre IPv4.
- Identificar e corrigir erros e problemas de funcionamento.

Cenário A – Protocolo IPv4

Topologia da rede

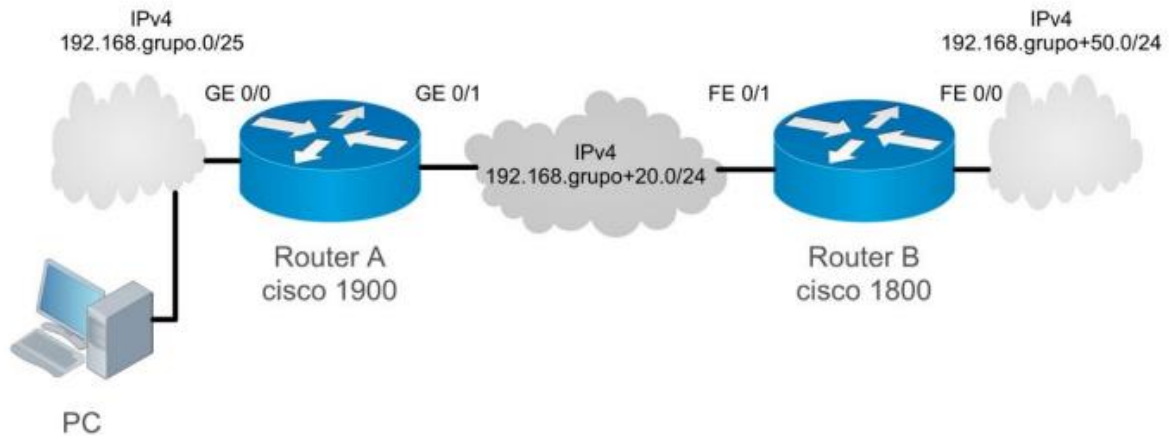


FIGURA 1 TOPOLOGIA DA REDE

Tabela de endereçamento

| Dispositivo | Interface | Endereço IP | Máscara de Subrede | Default Gateway |
|-------------|-----------|---------------|--------------------|-----------------|
| Router A | GE 0/0 | 192.168.9.1 | 255.255.255.128 | N/A |
| | GE 0/1 | 192.168.29.1 | 255.255.255.0 | N/A |
| Router B | FE 0/0 | 192.168.59.1 | 255.255.255.0 | N/A |
| | FE 0/1 | 192.168.29.2 | 255.255.255.0 | N/A |
| PC | NIC | 192.168.9.100 | 255.255.255.128 | 192.168.9.1 |

FIGURA 2 TABELA DE ENDEREÇAMENTO

Nota 1: A tabela de endereçamento já se encontra com as correções necessárias para ir ao enquadro do enunciado. Já se encontra com a máscara de subrede correta para /25 na rede A.

Tarefa 1: Montagem da rede



FIGURA 3 MONTAGEM DA REDE

Passo 1: Ligação dos cabos entre equipamentos

Deve-se usar cabos *crossover* para as conexões entre PC \leftrightarrow Router A e entre Router A \leftrightarrow Router B. Para a conexão entre Router B \leftrightarrow Rede 3 depende de que dispositivo seria (*crossover* no caso de outro router ou outro *end-device*; *straight-through* no caso de um switch).

Nota 2: como está descrito na tabela de endereçamento, o Router A tem interface *Gigabit Ethernet*. No entanto, limitados pelo GNS3, utilizados interfaces *Fast Ethernet*.

Passo 2: Eliminação das configurações

Para apagar as configurações dos routers deve-se fazer input dos comandos: “write erase”, seguido de “reload” (no privileged mode). No entanto, o GNS não suporta o comando “reload”, portanto em vez de usar os comandos desligamos e voltamos a ligar os routers.

Tarefa 2: Configurações básicas

Passo 1: Atribuição de nomes

Para atribuir um nome a cada router, foram executados os seguintes comandos:

```
R1(config)#hostname RouterA
```

FIGURA 4 HOSTNAME ROUTER A

```
R2(config)#hostname RouterB
```

FIGURA 5 HOSTNAME ROUTER B

Passo 2: Desabilitação da DNS lookup

Para desabilitar o DNS lookup em cada router, foram executados os seguintes comandos:

```
RouterA(config)#no ip domain-lookup
```

FIGURA 6 DESABILITAR DNS LOOKUP - ROUTER A

```
RouterB(config)#no ip domain-lookup
```

FIGURA 7 DESABILITAR DNS LOOKUP - ROUTER B

Passo 3: Configuração de *password* para modo privilegiado

Para a configuração de uma password para aceder ao modo *Exec Privileged Mode*, em que *password* é **class**, executaram-se os seguintes comandos:

```
RouterA(config)#enable secret class
```

FIGURA 8 PALAVRA-CHAVE PARA MODO EXEC PRIVILEGED MODE - ROUTER A

```
RouterB(config)#enable secret class
```

FIGURA 9 PALAVRA-CHAVE PARA MODO EXEC PRIVILEGED MODE - ROUTER B

Passo 4: Configuração do MOTD banner

Configurou-se a *message of the day banner* em cada router, da seguinte forma:

```
RouterA(config)#banner motd &AUTHORIZED ACCESS ONLY&
```

FIGURA 10 MOTD BANNER - ROUTER A

```
RouterB(config)#banner motd &AUTHORIZED ACCESS ONLY&
```

FIGURA 11 MOTD BANNER - ROUTER B

Passo 5: Configuração de *password* para ligações do tipo *console*

Configurou-se a *password class* para ligações do tipo *console*, com os seguintes comandos:

```
RouterA(config)#line console 0
RouterA(config-line)#password class
RouterA(config-line)#login
```

FIGURA 12 CONFIGURAÇÃO DA *PASSWORD* PARA LIGAÇÕES DO TIPO *CONSOLE* - ROUTER A

```
RouterB(config)#line console 0
RouterB(config-line)#password class
RouterB(config-line)#login
```

FIGURA 13 CONFIGURAÇÃO DA *PASSWORD* PARA LIGAÇÕES DO TIPO *CONSOLE* - ROUTER B

Passo 6: Configuração de *password* para ligações do tipo *VTY*

Configurou-se a *password class* para ligações do tipo *VTY*, da seguinte forma:

```
RouterA(config-line)#line vty 0 4
RouterA(config-line)#password class
RouterA(config-line)#login
```

FIGURA 14 CONFIGURAÇÃO DA *PASSWORD* PARA LIGAÇÕES DO TIPO *VTY* - ROUTER A

```
RouterB(config-line)#line vty 0 4
RouterB(config-line)#password class
RouterB(config-line)#login
```

FIGURA 15 CONFIGURAÇÃO DA *PASSWORD* PARA LIGAÇÕES DO TIPO *VTY* - ROUTER B

Tarefa 3: Configuração das interfaces dos routers

Passo 1: Configuração das interfaces

De acordo com a **tabela de endereçamento** foram configuradas as interfaces da seguinte forma:

```
RouterA(config)#interface FastEthernet 0/0
RouterA(config-if)#description PC connection
RouterA(config-if)#ip address 192.168.9.1 255.255.255.128
RouterA(config-if)#interface FastEthernet 0/1
RouterA(config-if)#ip address 192.168.29.1 255.255.255.0
RouterA(config-if)#description Router B conneciton
```

FIGURA 16 CONFIGURAÇÃO DAS INTERFACES - ROUTER A

```
RouterB(config)#interface FastEthernet 0/0
RouterB(config-if)#description Rede 3 connection
RouterB(config-if)#ip address 192.168.59.1 255.255.255.0
RouterB(config-if)#interface FastEthernet 0/1
RouterB(config-if)#description Router A connection
RouterB(config-if)#ip address 192.168.29.2 255.255.255.0
```

FIGURA 17 CONFIGURAÇÃO DAS INTERFACES - ROUTER B

Nota 3: Como já foi referido nas **notas 1 e 2**, a tabela de endereçamento sofreu uma correção em relação à máscara de subrede do router A e as interfaces do router A são *Fast Ethernet* ao invés de *Gigabit Ethernet*.

Nota 4: Não está nas **figuras 16 e 17** por lapso, mas é importante executar o comando **no shutdown** no fim, em cada interface, para estas serem ativadas.

```
RouterA(config)#interface FastEthernet 0/0
RouterA(config-if)#no shutdown
```

FIGURA 18 EXEMPLO DO COMANDO NO SHUTDOWN

Nota 5: Ao terminar de se configurar cada router, deve-se correr o comando **copy running-config startup-config** para que as alterações sejam guardadas. Caso este comando não seja executado, as configurações perdem-se e tem que se repetir os passos de novo.

```
RouterA#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
```

FIGURA 19 EXEMPLO DE COMO GUARDAR AS CONFIGURAÇÕES NUM ROUTER

Passo 2: Verificação dos endereços das *interfaces* dos routers e respetivo estados

Para verificar se ficaram atribuídos às *interfaces* os endereços configurados, e ver os seus respetivos estados, executaram-se os seguintes comandos:

```
RouterA#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status  Protoc
ol
FastEthernet0/0          192.168.9.1     YES NVRAM  up      up
FastEthernet0/1          192.168.29.1    YES NVRAM  up      up
```

FIGURA 20 ESTADO DAS *INTERFACES* - ROUTER A

```
RouterB#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status  Prot
ocol
FastEthernet0/0          192.168.59.1     YES manual up      up
FastEthernet0/1          192.168.29.2     YES manual up      up
```

FIGURA 21 ESTADO DAS *INTERFACES* - ROUTER B

Passo 3: Configurar as *interfaces* do PC

Para configurar as *interfaces* do PC, executou-se o seguinte comando:

```
PC1> ip 192.168.9.100 255.255.255.128 192.168.9.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.9.100 255.255.255.128 gateway 192.168.9.1
```

FIGURA 22 CONFIGURAÇÃO DAS *INTERFACES* DO PC

Passo 4: Verificação de conectividade entre o PC e o respetivo default gateway

Existe conectividade entre o PC e o respetivo gateway, pelo que as configurações feitas nos passos anteriores estavam corretas.

```
PC1> ping 192.168.9.1
84 bytes from 192.168.9.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=15.230 ms
84 bytes from 192.168.9.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=15.164 ms
84 bytes from 192.168.9.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=15.224 ms
84 bytes from 192.168.9.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=15.541 ms
84 bytes from 192.168.9.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=14.919 ms
```

FIGURA 23 VERIFICAÇÃO DE CONECTIVIDADE ENTRE PC E RESPETIVO GATEWAY

Passo 5: Verificação de conectividade entre o PC e as *interfaces* do router B

Não existe conectividade entre o PC e as *interfaces* do router B. Isto acontece porque o PC encontra-se numa rede e o router B encontra-se noutra. Este problema pode e será resolvido no passo seguinte.

```
PC1> ping 192.168.29.2
192.168.29.2 icmp_seq=1 timeout
192.168.29.2 icmp_seq=2 timeout
192.168.29.2 icmp_seq=3 timeout
192.168.29.2 icmp_seq=4 timeout
192.168.29.2 icmp_seq=5 timeout
```

FIGURA 24 VERIFICAÇÃO DE CONECTIVIDADE ENTRE PC E INTERFACES DO ROUTER B

Passo 6: Solução para resolver os problemas de conectividade no *Passo 5*

Para resolver os problemas de conectividade observado no ponto anterior, basta configurar rotas estáticas em ambos os routers.

```
RouterA(config)#ip route 192.168.59.0 255.255.255.0 192.168.29.2
```

FIGURA 25 CONFIGURAÇÃO DE ROTA ESTÁTICA ENTRE ROUTER A E ROUTER B

```
RouterB(config)#ip route 192.168.9.0 255.255.255.128 192.168.29.1
```

FIGURA 26 CONFIGURAÇÃO DE ROTA ESTÁTICA ENTRE ROUTER B E ROUTER A

O comando **ip route** é composto por 3 argumentos, em que o primeiro é o endereço da rede local, seguido pela respetiva máscara de subrede e por fim o endereço destino.

Cenário B – Protocolo IPv6

Topologia da rede

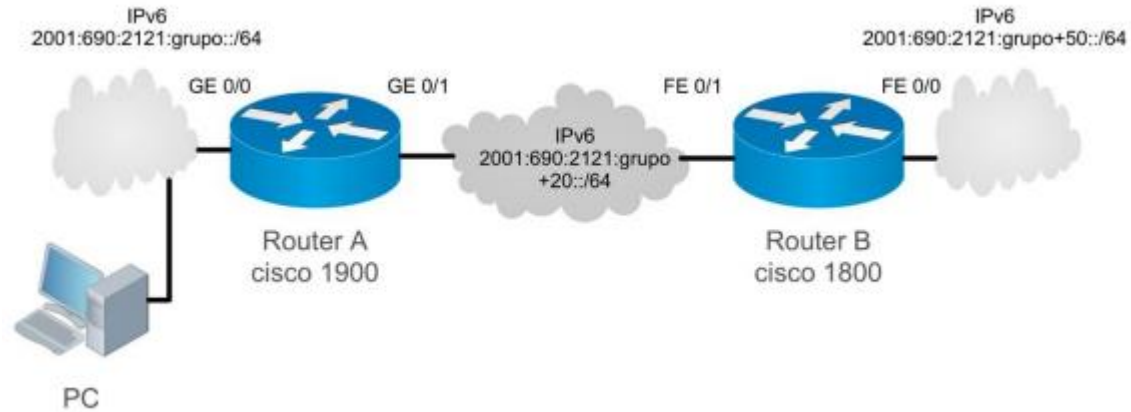


FIGURA 27 TOPOLOGIA DA REDE

Tabela de endereçamento

| Dispositivo | Interface | Endereço IP | Máscara de Subrede | Default Gateway |
|-------------|-----------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Router A | GE 0/0 | 2001:690:2121:9::1 | 64 | N/A |
| | GE 0/1 | 2001:690:2121:29::1 | 64 | N/A |
| Router B | FE 0/0 | 2001:690:2121:59::1 | 64 | N/A |
| | FE 0/1 | 2001:690:2121:29::2 | 64 | N/A |
| PC | NIC | Auto-Config | - | - |

FIGURA 28 TABELA DE ENDEREÇAMENTO

Nota 6: tal como na **nota 2**, está descrito na tabela de endereçamento que o Router A tem interface *Gigabit Ethernet*. No entanto, limitados pelo GNS3, utilizados interfaces *Fast Ethernet*.

Tarefa 1: Montagem da rede

Passo 1: Ligação dos cabos entre equipamentos

O cenário B é idêntico ao cenário A.

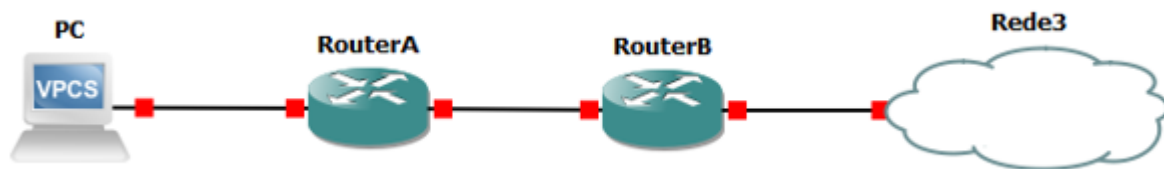


FIGURA 29 MONTAGEM DA REDE

Passo 2: Eliminação dos endereços IPv4 das *interfaces* dos routers

Para eliminar os endereços IPv4 das *interfaces* dos routers, executaram-se os seguintes comandos:

```
RouterA(config)#interface FastEthernet 0/0
RouterA(config-if)#no ip address 192.168.9.1 255.255.255.128
RouterA(config-if)#interface FastEthernet 0/1
RouterA(config-if)#no ip address 192.168.29.1 255.255.255.0
```

FIGURA 30 ELIMINAÇÃO DOS ENDEREÇOS IPV4 DO ROUTER A

```
RouterB(config)#interface FastEthernet 0/0
RouterB(config-if)#no ip address 192.168.59.1 255.255.255.0
RouterB(config-if)#interface FastEthernet 0/1
RouterB(config-if)#no ip address 192.168.29.2 255.255.255.0
```

FIGURA 31 ELIMINAÇÃO DOS ENDEREÇOS IPV4 DO ROUTER B

Tarefa 2: Configuração das *interfaces* dos routers

Passo 1: Configuração das *interfaces* de acordo com a tabela de endereçamento

Para configurar as *interfaces* dos routers de acordo com a tabela de endereçamento, executaram-se os seguintes comandos:

```
RouterA(config)#interface FastEthernet 0/0
RouterA(config-if)#ipv6 address 2001:690:2121:9::1/64
RouterA(config-if)#no shutdown
```

FIGURA 32 CONFIGURAÇÃO INTERFACE FASTETHERNET 0/0 - ROUTER A

```
RouterA(config)#interface FastEthernet 0/1
RouterA(config-if)#ipv6 address 2001:690:2121:29::1/64
RouterA(config-if)#no shutdown
```

FIGURA 33 CONFIGURAÇÃO INTERFACE FASTETHERNET 0/1 - ROUTER A

```
RouterB(config)#interface FastEthernet 0/0
RouterB(config-if)#ipv6 address 2001:690:2121:59::1/64
RouterB(config-if)#no shutdown
RouterB(config-if)#interface FastEthernet 0/1
RouterB(config-if)#ipv6 address 2001:690:2121:29::2/64
RouterB(config-if)#no shutdown
```

FIGURA 34 CONFIGURAÇÃO DAS INTERFACES FASTETHERNET 0/0 E 0/1 - ROUTER B

Passo 2: Verificar as configurações executadas no *Passo 1*

Para verificar se ficaram atribuídos às *interfaces* os endereços configurados, e ver os seus respetivos estados, executaram-se os seguintes comandos:

```
RouterA#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0          [up/up]
    FE80::C201:15FF:FE80:0
    2001:690:2121:9::1
FastEthernet0/1          [up/up]
    FE80::C201:15FF:FE80:1
    2001:690:2121:29::1
```

FIGURA 35 ESTADO DAS INTERFACES - ROUTER A

```
RouterB#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0          [up/up]
FE80::C202:28FF:FE6C:0
2001:690:2121:59::1
FastEthernet0/1          [up/up]
FE80::C202:28FF:FE6C:1
2001:690:2121:29::2
```

FIGURA 36 ESTADO DAS INTERFACES - ROUTER B

Passo 3: Configuração da interface GE 0/0 do Router A para enviar mensagens *router advertisement*

Para configurar a interface GE 0/0 para enviar mensagens *router advertisement* é preciso executar os seguintes comandos:

Nota 7: A *lifetime* dos endereços é de **300** segundos e o prefixo é **2001:690:2121:9::/64**. Estes dados estão no enunciado.

```
RouterA(config)#interface FastEthernet 0/0
RouterA(config-if)#no ipv6 nd suppress-ra
RouterA(config-if)#ipv6 nd ra-lifetime 300
RouterA(config-if)#ipv6 nd prefix 2001:690:2121:9::/64
```

FIGURA 37 CONFIGURAÇÃO DA INTERFACE FE 0/0

```
RouterA#debug ipv6 nd
ICMP Neighbor Discovery events debugging is on
```

FIGURA 38 ATIVAÇÃO DO MODO *DEBUG* PARA VER AS MENSAGENS DE *ROUTER ADVERTISEMENTS*

```
*Mar  1 01:19:17.611: ICMPv6-ND: Sending RA to FF02::1 on FastEthernet0/0
*Mar  1 01:19:17.611: ICMPv6-ND:      MTU = 1500
*Mar  1 01:19:17.611: ICMPv6-ND:      prefix = 2001:690:2121:9::/64 onlink autoconfig
*Mar  1 01:19:17.611: ICMPv6-ND:      2592000/604800 (valid/preferred)
```

FIGURA 39 MENSAGENS DE *ROUTER ADVERTISEMENT*

Nota 8: tal como nas **nota 6** e **2**, está descrito na tabela de endereçamento que o Router A tem interface *Gigabit Ethernet*. No entanto, limitados pelo GNS3, utilizados interfaces *Fast Ethernet*.

Nota 9: Para que a conexão funcione é necessário executar o comando **ipv6 unicast-routing**, que ativa as funcionalidades do IPv6. Sem ele, *router advertisements* e comunicações semelhantes não funcionam.

Passo 4: Verificação os estados das interfaces do PC

Estão atribuídos 2 endereços IPv6 à interface do PC. O endereço IPv6 *link-local* é obtido automaticamente a partir do seu endereço MAC, em que é gerado pela seguinte fórmula:

fe80:: + primeiros 6 algarismos do endereço MAC + ff:fe + últimos 6 algarismos do endereço MAC.

O endereço global provém do prefixo definido manualmente, a partir das mensagens RA (Router Advertisement) que o Router A fornece, que depois permite configurar automaticamente um endereço IPv6 para o PC.

```
PC1> show ipv6

NAME                : PC1[1]
LINK-LOCAL SCOPE    : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE        : 2001:690:2121:9:2050:79ff:fe66:6800/64
ROUTER LINK-LAYER   : c0:01:15:80:00:00
MAC                 : 00:50:79:66:68:00
LPORT               : 10014
RHOST:PORT           : 127.0.0.1:10015
MTU:                : 1500
```

FIGURA 40 ESTADO DAS INTERFACES DO PC

Passo 5: Verificação da conectividade entre o PC e o respetivo default gateway

Para verificar a conectividade entre o PC e o respetivo *default gateway* executou-se o seguinte comando:

```
PC1> ping fe80::c201:15ff:fe80:0

fe80::c201:15ff:fe80:0 icmp6_seq=1 ttl=64 time=50.762 ms
fe80::c201:15ff:fe80:0 icmp6_seq=2 ttl=64 time=13.415 ms
fe80::c201:15ff:fe80:0 icmp6_seq=3 ttl=64 time=14.693 ms
fe80::c201:15ff:fe80:0 icmp6_seq=4 ttl=64 time=15.887 ms
fe80::c201:15ff:fe80:0 icmp6_seq=5 ttl=64 time=14.905 ms
```

FIGURA 41 VERIFICAÇÃO DA CONECTIVIDADE ENTRE O PC E RESPETIVO DEFAULT GATEWAY

Nota 10: O *default gateway* do PC é o endereço *link-local* do router que enviou a mensagem RA (Router Advertisement);

Passo 6: Verificação de conectividade entre o PC e as *interfaces* do router B

Como não foram definidas rotas estáticas entre os routers A e B, a conectividade continua a não funcionar, tal como em IPv4.

```
PC1> ping 2001:690:2121:29::2
host (2001:690:2121:29::2) not reachable
```

FIGURA 42 VERIFICAÇÃO DE CONECTIVIDADE ENTRE O PC E AS *INTERFACES* DO ROUTER B

Passo 7: Solução para resolver os problemas de conectividade no *Passo 6*

A solução para resolver este problema seria, tal como em IPv4, atribuir rotas estáticas entre os dois routers, desta vez para IPv6.

```
RouterA(config)#interface f0/1
RouterA(config-if)#ipv6 route 2001:690:2121:59::/64 2001:690:2121:29::2
```

FIGURA 43 CONFIGURAÇÃO DE ROTA ESTÁTICA ENTRE ROUTER A E ROUTER B

```
PC1> ping 2001:690:2121:29::2
2001:690:2121:29::2 icmp6_seq=1 ttl=63 time=90.041 ms
2001:690:2121:29::2 icmp6_seq=2 ttl=63 time=40.467 ms
2001:690:2121:29::2 icmp6_seq=3 ttl=63 time=46.365 ms
2001:690:2121:29::2 icmp6_seq=4 ttl=63 time=45.330 ms
2001:690:2121:29::2 icmp6_seq=5 ttl=63 time=45.652 ms
```

FIGURA 44 CONECTIVIDADE ENTRE O PC E AS *INTERFACES* DO ROUTER B

Tarefa 3: IPv6 neighbor discovery

Passo 1: Listagem da configuração da *interface* do router

```
RouterA#show ipv6 interface Fa0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C201:15FF:FE80:0
Description: PC connection
Global unicast address(es):
  2001:690:2121:9::1, subnet is 2001:690:2121:9::/64
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FF00:1
  FF02::1:FF80:0
MTU is 1500 bytes
ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
ICMP redirects are enabled
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds
ND advertised reachable time is 0 milliseconds
ND advertised retransmit interval is 0 milliseconds
ND router advertisements are sent every 200 seconds
ND router advertisements live for 300 seconds
Hosts use stateless autoconfig for addresses.
```

FIGURA 45 LISTAGEM DA CONFIGURAÇÃO DA *INTERFACE* FE 0/0 DO ROUTER A

O endereço *link-local* serve apenas para comunicações dentro da subrede onde se encontra o dispositivo. Por exemplo, neste caso é o default gateway atribuído ao PC. O endereço global *unicast* é apenas um endereço IPv6 que identifica exclusivamente 1 dispositivo.

Os endereços **FF02::(...)** são endereços dedicados a *multicast*, em que quando se envia um pacote para um endereço *multicast* todos os dispositivos conectados com esse endereço recebem o pacote.

FF02::1 é o endereço a que todos os dispositivos com IPv6 ativo adquirem, **FF02::2** é o endereço a que todos os routers com IPv6 adquirem.

Passo 2: Remoção do conteúdo da *neighbor cache* do router

Para se limpar a *neighbor cache* de um router executou-se o seguinte comando:

```
RouterA#clear ipv6 neighbors
```

FIGURA 46 COMANDO PARA LIMPAR O CONTEÚDO DA *NEIGHBOR CACHE* DE UM ROUTER

Passo 3: Iniciar uma captura com o *Wireshark*

Este passo é impossível de completar pois o *Wireshark* não é suportado na simulação.

```
PC1> wireshark -i 2001:690:"121:9:2050:79ff:fe66:6800/64"
Bad command: "wireshark -i 2001:690:"121:9:2050:79ff:fe66:6800/64". Use ? for help.
```

FIGURA 47 COMANDO *WIRESHARK* A NÃO FUNCIONAR

Passo 4: Verificar conectividade entre router A e PC

Por alguma razão desconhecida, o comando *ping* não estava a funcionar a partir do router. No entanto, a partir do PC um ping para o Router A funciona.

```
RouterA>show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0          [up/up]
    FE80::C201:15FF:FE80:0
    2001:690:2121:9::1
FastEthernet0/1          [up/up]
    FE80::C201:15FF:FE80:1
    2001:690:2121:29::1
```

FIGURA 48 LISTAGEM DAS *INTERFACES* NO ROUTER A

```
PC1> show ipv6

NAME                : PC1[1]
LINK-LOCAL SCOPE    : fe80::250:79ff:fe66:6800/64
GLOBAL SCOPE        : 2001:690:2121:9:2050:79ff:fe66:6800/64
ROUTER LINK-LAYER   : c0:01:15:80:00:00
MAC                 : 00:50:79:66:68:00
LPORT               : 10014
RHOST:PORT          : 127.0.0.1:10015
MTU:                : 1500
```

FIGURA 49 LISTAGEM DOS ENDEREÇOS *IP* NO PC

```
RouterA>ping 2001:690:2121:9:2050:79ff:fe66:6800/64
% Unrecognized host or address, or protocol not running.

RouterA>ping fe80::250:79ff:fe66:6800/64
% Unrecognized host or address, or protocol not running.
```

FIGURA 50 VERIFICAR CONECTIVIDADE ENTRE ROUTER A E PC

```
PC1> ping 2001:690:2121:29::1  
  
2001:690:2121:29::1 icmp6_seq=1 ttl=64 time=30.896 ms  
2001:690:2121:29::1 icmp6_seq=2 ttl=64 time=15.474 ms  
2001:690:2121:29::1 icmp6_seq=3 ttl=64 time=14.266 ms  
2001:690:2121:29::1 icmp6_seq=4 ttl=64 time=14.931 ms  
2001:690:2121:29::1 icmp6_seq=5 ttl=64 time=14.876 ms
```

FIGURA 51 VERIFICAR CONECTIVIDADE ENTRE PC E ROUTER A

Passo 5: Explicação de como se processa, no IPv6, o processo similar ao ARP no IPv4

O ARP do IPv4 é um protocolo para descobrir o endereço MAC de um dispositivo para onde se quer enviar um pacote. No caso do IPv6, usa-se *ND (Neighbor Discovery)*. A maneira como este método permite obter um endereço MAC é da seguinte forma: o dispositivo que quer enviar um pacote solicita o endereço MAC do dispositivo a receber o pacote a partir de uma *ICMPv6 Neighbor Solicitation message*, ao qual o outro dispositivo responde com uma *ICMPv6 Neighbor Advertisement message*, fornecendo assim o seu endereço MAC. As *ICMPv6 Neighbor Solicitation messages* são enviadas usando *Ethernet* especial e endereços Ipv6 de *multicast*.

Cenário C – Protocolo IPv6 em cenários de transição

Topologia da rede

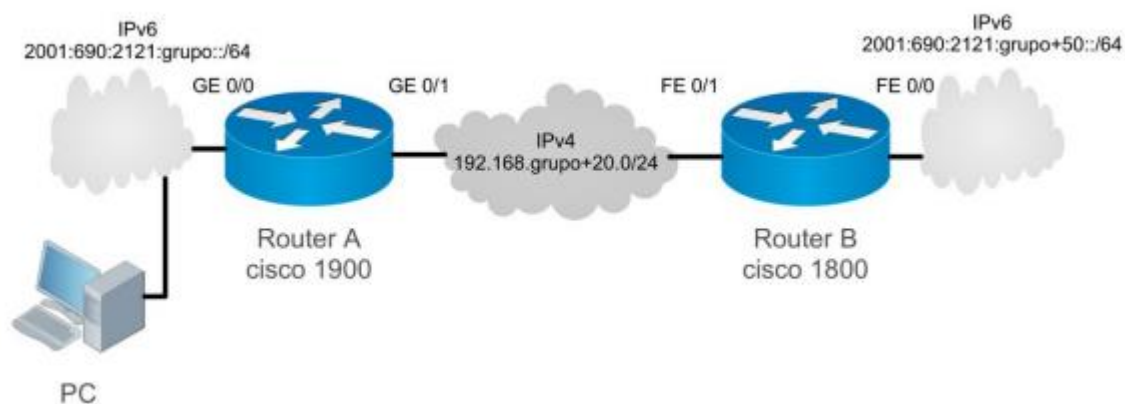


FIGURA 52 TOPOLOGIA DA REDE

Tabela de endereçamento

| Dispositivo | Interface | Endereço IP | Máscara de Subrede | Default Gateway |
|-------------|-----------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Router A | GE 0/0 | 2001:690:2121:9::1 | 64 | N/A |
| | GE 0/1 | 192.168.29.1 | 255.255.255.0 | N/A |
| Router B | FE 0/0 | 2001:690:2121:59::1 | 64 | N/A |
| | FE 0/1 | 192.168.29.2 | 255.255.255.0 | N/A |
| PC | NIC | Auto-Config | - | - |

Tarefa 1: Montagem da rede

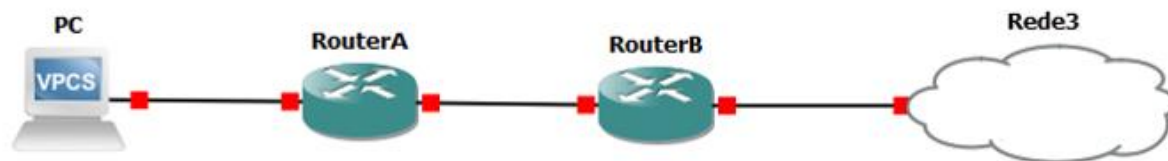


FIGURA 53 MONTAGEM DA REDE

Tarefa 2: Configuração das interfaces dos routers

Passo 1: Configuração das interfaces de acordo com a tabela de endereçamento

```
RouterA(config)#interface f0/0
RouterA(config-if)#ipv6 address 2001:690:2121:9::1/64
RouterA(config-if)#no shutdown
RouterA(config-if)#
*Mar 1 00:01:26.847: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 00:01:27.847: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0
, changed state to up
RouterA(config-if)#interface f0/1
RouterA(config-if)#ip address 192.168.29.1 255.255.255.0
RouterA(config-if)#no shutdown
RouterA(config-if)#
*Mar 1 00:02:09.059: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
*Mar 1 00:02:10.059: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1
, changed state to up
RouterA(config-if)#exit
```

FIGURA 54 CONFIGURAÇÃO DAS INTERFACES - ROUTER A

```
RouterB(config)#interface f0/0
RouterB(config-if)#ipv6 address 2001:690:2121:59::1/64
RouterB(config-if)#no shutdown
RouterB(config-if)#interface
*Mar 1 00:04:26.911: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 00:04:27.911: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0
, changed state to up
RouterB(config-if)#interface f0/1
RouterB(config-if)#ip address 192.168.29.2 255.255.255.0
RouterB(config-if)#no shutdown
RouterB(config-if)#
*Mar 1 00:05:00.979: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
*Mar 1 00:05:01.979: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1
, changed state to up
RouterB(config-if)#exit
```

FIGURA 55 CONFIGURAÇÃO DAS INTERFACES - ROUTER B

Passo 2: Verificação das configurações feitas no passo 1

```
RouterA#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0      [up/up]
FE80::C201:2BFF:FE90:0
2001:690:2121:9::1
FastEthernet0/1      [up/up]
RouterA#show ip interface brief
Interface            IP-Address      OK? Method Status  Protocol
FastEthernet0/0      unassigned      YES unset  up      up
FastEthernet0/1      192.168.29.1    YES manual  up      up
```

FIGURA 56 LISTAGEM DAS INTERFACES - ROUTER A

```
RouterB#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0      [up/up]
FE80::C202:2EFF:FE00:0
2001:690:2121:59::1
FastEthernet0/1      [up/up]
RouterB#show ip interface brief
Interface            IP-Address      OK? Method Status  Protocol
FastEthernet0/0      unassigned      YES unset  up      up
FastEthernet0/1      192.168.29.2    YES manual  up      up
```

FIGURA 57 LISTAGEM DAS INTERFACES - ROUTER B

Passo 3: Configuração de um túnel manual IPv6 sobre IPV4 de forma a existir conectividade entre as duas redes IPv6

```
RouterA(config)#interface tunnel 0
RouterA(config-if)#ipv6 address 3ffe:b00:c18:1::3/127
RouterA(config-if)#tunnel source FastEthernet 0/1
RouterA(config-if)#tunnel destination 192.168.29.2
RouterA(config-if)#
*Mar  1 00:19:56.299: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol
d state to up
RouterA(config-if)#tunnel mode ipv6ip
```

FIGURA 58 CONFIGURAÇÃO DO TÚNEL - ROUTER A

```
RouterB(config)#interface tunnel 0
RouterB(config-if)#ip
*Mar  1 00:21:26.819: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol
d state to down
RouterB(config-if)#ipv6 address 3ffe:b00:c18:1::4/127
RouterB(config-if)#tunnel source FastEthernet 0/1
RouterB(config-if)#tunnel destination 192.168.29.1
RouterB(config-if)#
*Mar  1 00:22:39.835: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol
d state to up
RouterB(config-if)#tunnel mode ipv6ip
```

FIGURA 59 CONFIGURAÇÃO DO TÚNEL - ROUTER B

Passo 4: Verificação de conectividade entre dispositivos das redes IPv4

Configuraram-se as rotas para a conectividade entre dispositivos das redes IPv4.

```
RouterA(config)#ip route 192.168.29.0 255.255.255.0 192.168.29.3  
RouterA(config)#ipv6 route 2001:690:2121:59::/64 Tunnel0 3ffe:b00:c18:1::4
```

FIGURA 60 CONFIGURAÇÃO DAS ROTAS - ROUTER A

```
RouterB(config)#ip route 192.168.29.0 255.255.255.0 192.168.29.4  
RouterB(config)#ipv6 route 2001:690:2121:9::/64 Tunnel0 3ffe:b00:c18:1::3
```

FIGURA 61 CONFIGURAÇÃO DAS ROTAS - ROUTER B

Após essas configurações, verificou-se se efetivamente existia conectividade.

```
PC> ping 2001:690:2121:59::1  
  
2001:690:2121:59::1 icmp6_seq=1 ttl=63 time=44.937 ms  
2001:690:2121:59::1 icmp6_seq=2 ttl=63 time=45.468 ms  
2001:690:2121:59::1 icmp6_seq=3 ttl=63 time=46.284 ms  
2001:690:2121:59::1 icmp6_seq=4 ttl=63 time=45.753 ms  
2001:690:2121:59::1 icmp6_seq=5 ttl=63 time=45.180 ms
```

FIGURA 62 VERIFICAÇÃO DE CONECTIVIDADE DO PC À INTERFACE F0/0 DO ROUTER B

Conclusão

Com este trabalho prático pretendeu-se demonstrar conhecimentos sobre protocolos IPv4 e IPv6 em modo nativo e em cenários de transição, e encaminhamento baseado em rotas estáticas.